

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

G11B 5/84 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03809147. X

[45] 授权公告日 2007 年 5 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1313884C

[22] 申请日 2003.4.24 [21] 申请号 03809147. X

[30] 优先权

[32] 2002. 4. 24 [33] SE [31] 0201242 - 5

[32] 2002. 4. 25 [33] US [31] 60/375,047

[86] 国际申请 PCT/SE2003/000654 2003. 4. 24

[87] 国际公布 WO2003/091805 英 2003. 11. 6

[85] 进入国家阶段日期 2004. 10. 22

[73] 专利权人 奥博杜卡特股份公司

地址 瑞典马尔默

[72] 发明人 伦纳特·奥尔森

[56] 参考文献

US 5854671 A 1998. 12. 29

CN 1166688 A 1997. 12. 3

EP 0448735 A1 1991. 10. 2

审查员 韩 冰

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 蒋世迅

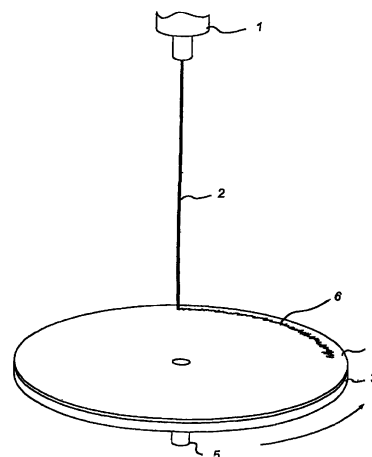
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称

光刻术的方法和装置

[57] 摘要

一种在可以绕轴(5)转动的基本平坦基片(3)的表面层(4)中借助于预定曝光量的光刻射束(2)曝光制成材料槽(6)的方法,其特征是,在基片(3)绕轴转动期间,光刻射束(2)与轴(5)之间的相对位置受到控制,使部分槽(6)接受光刻射束(2)的多次曝光,槽(6)是由所述多次曝光之和制成。此外,描述光刻装置和计算机程序产品,计算机程序产品具有按照该方法控制这种装置的指令。



1. 一种在可以绕轴(5)转动的基本平坦基片(3)的表面层(4)中借助于预定曝光量的光刻射束(2)曝光制成材料槽(6)的方法,其特征是,在基片(3)绕轴转动期间,光刻射束(2)与轴(5)之间的相对位置受到控制,使槽(6)的部分接受光刻射束(2)的多次曝光,槽(6)是由所述多次曝光之和制成,

其中所述多次曝光之和基本上相当于所述预定曝光量。

2. 按照权利要求1的方法,其特征是,在基片(3)绕轴转动几次的同时,光刻射束(2)与轴(5)之间基本保持恒定的距离,用于制成以该轴为中心的同心圆形槽。

3. 按照权利要求2的方法,其特征是,控制光刻射束(2)与轴(5)之间的相对位置,制成以轴(5)为中心的多个同心圆形槽,每个槽(6)大致曝光所述预定曝光量,它独立于槽(6)与轴(5)之间的径向距离。

4. 按照权利要求3的方法,其特征是,槽(6)接受曝光的曝光次数是槽(6)与轴(5)之间径向距离的函数。

5. 按照权利要求3或4的方法,其特征是,控制光刻射束(2)的强度,使它成为槽(6)与轴(5)之间径向距离的函数。

6. 按照权利要求5的方法,其特征是,基片(3)转动的角速度是槽(6)与轴(5)之间径向距离的函数。

7. 按照权利要求1的方法,其特征是,控制光刻射束(2)与基片之间的相对位置,制成与轴(5)有不同径向距离的大致螺旋形槽(6)。

8. 按照权利要求7的方法,其特征是,槽是由多个槽部分(8)构成,每个槽部分(8)大致曝光所述预定曝光量,它独立于槽部分(8)与轴(5)之间的径向距离。

9. 按照权利要求8的方法,其特征是,槽部分(8)接受曝光的曝光次数是槽部分(8)与轴(5)之间径向距离的函数。

10. 按照权利要求8或9的方法,其特征是,控制光刻射束(2)

的强度使它成为槽部分(8)与轴(5)之间径向距离的函数。

11. 按照权利要求 10 的方法,其特征是,基片转动的角速度是槽部分(8)与轴(5)之间径向距离的函数。

12. 按照权利要求 2-4, 6-8, 11 中任何一个的方法,其特征是,槽(6)接受光刻射束(2)的连续曝光以制成曝光材料的连续槽。

13. 按照权利要求 1-4, 6-8, 11 中任何一个的方法,其特征是,槽(6)接受光刻射束(2)的间隙曝光以制成由多个曝光材料部分(9)构成的槽,多个曝光材料部分(9)沿切向是完全或部分地分隔开的。

14. 按照权利要求 13 的方法,其特征是,基片(3)绕垂直于所述表面层(4)的转动轴(5)转动。

15. 按照权利要求 14 的方法,其特征是,光刻射束(2)是粒子束。

16. 按照权利要求 14 的方法,其特征是,光刻射束(2)是离子束或电子束。

17. 按照权利要求 15 或 16 的方法,其特征是,光刻射束(2)是电磁射束。

18. 一种光刻装置,所述装置包括:辐射源(1),用于产生光刻射束(2);转动装置(5),用于支持所述转动装置上可转动的基本平坦基片(3);定位装置(7),用于移动光刻射束(2)与基片(3)之间的相对位置;和控制装置(14),用于控制所述光刻射束(2),转动装置(5)和定位装置(7),其特征是,当基片(4)在转动装置(5)上转动时,所述控制装置(14)控制光刻射束(2)与转动装置(5)之间的相对位置,使槽(6)的部分接受光刻射束(2)的多次曝光,槽(6)是由所述多次曝光之和制成,其中所述多次曝光之和基本上相当于所述预定曝光量。

19. 按照权利要求 18 的光刻装置,其特征是,所述辐射源(1)是粒子源。

20. 按照权利要求 18 的光刻装置,其特征是,所述辐射源(1)是离子源或电子源。

21. 按照权利要求 18 的光刻装置，其特征是，所述辐射源（1）是电磁辐射源。

光刻术的方法和装置

技术领域

本发明涉及在基本平坦可转动基片的表面层中借助于预定曝光量的光刻射束曝光制成材料槽的方法，装置和计算机程序产品。

背景技术

在制造可转动的存储器媒体时，例如，光，磁，磁光或全息存储器媒体，我们需要在表面中制作有高精度度的槽。这些槽的宽度是在1-100 nm 的量级。

一个众所周知的方法称之为光刻术，其中基片接受光刻射束的曝光，例如，离子束或电子束的粒子束。这种粒子束的横截面积可以非常小。当这种光刻射束入射到基片表面上时，形成曝光点，其面积基本相当于光刻射束的横截面积。

这种类型光刻术可用于制作平板印刷术模具的凸纹图形，例如，在 WO01/42858A1 和 WO01/69317 中有更详细的描述，把它们合并在此供参考。

这种技术可用于制造新一代的硬盘，其中表面上形成高存储容量的结构。为了增大存储容量，需要减小磁化区域的尺寸。然而，在一个区域受到相邻区域的影响而使一个区域中的数据存储改变相邻区域中数据之前，这是区域可以减小的最大限度。

一种对付这个问题的方法是事先限定每层中分隔开的磁化区域。例如，这种磁化区域可以具有同心圆环的形式，以下称之为“槽”，它们分布在可转动盘的整个表面。

在制作用于基片平板印刷术的凸纹图形时，在该基片上得到这种槽，我们需要一种与预期产品相同格式的模具，该模具上有大量同心圆形槽，其中每个槽的径向变化应尽可能地小。

与制作这种同心圆形槽相关的问题涉及光刻射束制成槽的容差

变化，它是由所用设备中机械松弛或跳动造成的，且其本身是不可控制和很难处理的。特别是，这个问题发生在相对大的表面上制作有高精度度的微小结构。为了制作这种结构，最好使用诸如电子束或离子束的粒子束，因为在诸如光波长或 X 射线波长的电磁辐射情况下，通常不能聚焦到同样小的尺寸。

US 5,621,216 公开一种利用电子束光刻术制造 X 射线掩模时处理斑点边界处位置误差的方法。这是在多次曝光期间通过电子束抗蚀剂接受部分曝光完成，从而实现平均的曝光。然而，US 5,621,216 中建议的技术仅适用于小表面的曝光，因为电子束只能在非常小的区域中受到控制。

因此，我们需要一种在表面层中借助于光刻射束制作同心圆形槽的方法，利用该方法可以减小上述类型机械松弛或跳动造成的影响。

发明内容

因此，本发明的目的是提供一种光刻术的方法，装置和计算机程序产品，借助于该方法可以完全或部分地消除以上的问题。

按照本发明的第一方面，提供一种在可以绕轴转动的基本平坦基片的表面层中借助于预定曝光量的光刻射束曝光制成材料槽方法。该方法的特征是，在基片绕轴转动期间，控制光刻射束与轴之间的相对位置，使部分槽接受光刻射束的多次曝光，该槽是由所述多次曝光制成。

接受预定曝光量的槽足以能够进行表面层的随后处理，例如，若表面层是抗蚀剂形式，则对表面层进行显影处理。

基本平坦的意思是，基片是足够平坦，可以接受光刻射束曝光的光刻处理。在聚焦光束的情况下，基片的平坦度和光束的景深是互相适应的。

基本上相当于所述预定曝光量的所述多次曝光之和，可以减小机械松弛或跳动的灵敏性，因为每次曝光对制成最终槽的贡献是有限的。因此，单次曝光的偏差对制成最终槽的影响就减小。

按照该方法，在基片绕轴转动几次的同时，光刻射束与轴之间可

以保持基本恒定的距离以制成以该轴为中心的多个同心圆形槽。然后，可以控制光刻射束与轴之间的相对位置，制成以该轴为中心的多个同心圆形槽，每个槽大致接受所述预定曝光量的曝光，它独立于槽与轴之间的径向距离。因此，可以制成具有相同曝光量的多个槽。这可以利用不同的方法实现。

按照第一种方案，槽接受曝光的次数可以是槽与轴之间径向距离的函数。这种方案的一个优点是，在进行曝光时可以容易地改变转动次数。按照第二种方案，可以控制光刻射束的强度，使它成为槽与轴之间径向距离的函数。这导致更准确的曝光，但要求光刻射束的强度可以控制。按照第三种方案，基片转动的角速度可以是槽与轴之间径向距离的函数。这导致更准确的曝光，若在光刻射束的强度不可控制的情况下，这种方案是可行的。

此外，槽可以接受光刻射束的连续曝光以制成曝光材料的连续槽，或可以接受光刻射束的间隙曝光以制成由多个部分曝光材料构成的槽，这些多个部分曝光材料沿切向是完全或部分地分隔开。

作为另一种方案，可以控制光刻射束与基片之间的相对位置以制成与轴有不同径向距离的大致螺旋形槽。此外，在这种情况下，可以按照上述方案控制光刻射束与基片之间的相对位置，其目的是制成具有大致相同曝光量的多个槽或槽部分。

按照本发明的第二方面，计算机程序产品包括：在执行时控制光刻装置的指令，其中在可以绕轴转动的基本平坦基片的表面层中利用预定曝光量的光刻射束制成材料槽。计算机程序产品指令的特征是，在基片绕轴转动期间，这些指令确保光刻射束与轴之间的相对位置受到控制，使部分槽接受光刻射束的多次曝光，该槽是由所述多次曝光之和制成。

计算机程序产品可以是适用的存储器媒体，其中存储用于控制光刻装置的软件和/或控制指令，它在执行期间完成按照本发明的方法。这种存储器媒体的例子是软盘，CD-ROM，DVD-ROM，硬盘等。还可以设想，指令的分配是通过计算机网络，例如，互联网。

按照本发明的第三方面，一种光刻装置，包括：辐射源，用于产生光刻射束；转动装置，用于支持所述转动装置上可转动的基本平坦基片；定位装置，用于移动光刻射束与基片之间的相对位置；和控制装置，用于控制所述光刻射束，转动装置和定位装置。光刻装置的特征是，当基片在转动装置上转动期间，所述控制装置控制光刻射束与转动装置之间的相对位置，使部分槽接受光刻射束的多次曝光，该槽是由所述多次曝光之和制成。

在按照本发明的光刻装置中，所述辐射源可以是粒子源，最好是离子源或电子源。或者，可以使用电磁源，例如，X射线源或光源，虽然这种类型辐射源不如粒子辐射的聚焦得那样好。光源的意思是，例如，在表面层上再现的点光源或光聚焦到表面层上的激光源。然而，在粒子源能够获得所需的分辨率之后，本发明才有它的主要应用。

转动装置可以是这样一种装置，基片在该装置上绕转动轴具有足够的精确度和足够的速度。定位装置可以是相对于基片移动光刻射束的装置。例如，可以移动辐射源或基片，或可以利用现有技术的方式控制光束，例如，偏转。控制装置可以是产生信号到定位装置，或任选地到转动装置和/或辐射源的现有技术数控系统。

无须赘述，以上描述的各种特征也可以与组合在相同的实施例中。

附图说明

现在，参照附图和借助于非限制性实施例详细描述本发明的实施例。

图1是可以实现本发明的第一种系统透视示意图。

图2是按照本发明可以得到的基片顶部平面详细示意图。

图3是按照本发明第一方案基片的顶部平面示意图。

图4是按照本发明第二方案基片的顶部平面示意图。

图5是按照本发明第三方案基片的顶部平面示意图。

图6是按照本发明第四方案基片的顶部平面示意图。

图7是可以实现本发明的光刻装置剖面示意图。

具体实施方式

参照图 1，图 1 表示在可转动媒体的表面层中制成大致圆形槽的系统，例如，光或磁存储器媒体，或制作这种存储器媒体的模板/模具。在图 1 所示的系统中，基本平坦的基片 3 可以绕轴 5 转动。基片 3 上的表面层 4 可以是基本平坦的，即，它足够平坦可以接受光刻射束 2 的光刻处理，其目的是在层 3 上制成槽 6。光刻射束 2 可以从辐射源 1 中射出，它可以是电子束或离子束。还可以是适合于光刻术的其他类型粒子束。或者，可以使用电磁辐射源，例如，X 射线源或光源，即使这种类型源的辐射通常不能如粒子辐射聚焦得那样好。光源的意思是，表面层上再现的点光源或聚焦到表面层上的激光。表面层 4 可以由适合于光刻术的材料制成，例如，正性或负性抗蚀剂。还可以理解，基片 3 可以由多个完全或部分重叠的表面层构成，其中一层有这样的性质，它接受光刻射束 2 的影响。因此，不仅可以按照该方法处理最外表面层，而且只要外部各层可以让光刻射束 2 通过，它就被能够接受影响的层吸收。典型的是，光刻射束 2 仅入射到基片表面层上的小光斑，其截面积相当于光刻射束 2 的横截面积。

辐射源 1 和基片 3 是按照这样方式排列的，入射到基片表面层 4 上的光刻射束至少可以沿一个方向在基片的整个表面层 4 上移动。例如，可以移动辐射源或基片，使入射到表面层 4 上的光刻射束 2 沿可转动基片 3 上的半径方向运动。光刻射束 2 的移动可以按照现有技术的方式，例如，辐射源 1 的物理移动，基片 3 的物理移动，或二者移动的组合。借助于合适的转动轴承，例如，高精度转动轴承（未画出），基片 3 可以悬挂到轴 5 上，并配置驱动机构（未画出）。

图 1 所示系统的功能是，在基片绕轴 5 转动的同时，光刻射束 2 曝光基片的表面层 4 中的一个光斑。若光刻射束 2 与转动中心之间保持恒定的距离，则在基片的表面层 4 中制成以转动轴为中心的同心圆形曝光材料槽 6。

在光刻术中，表面层 4 必须有预定曝光量以使图形被显影。显影的完成是通过溶解表面层上曝光或非曝光的部分，它取决于表面层是

由正性或负性抗蚀剂构成。然后，可以实施某种类型的后处理，例如，沉积另一层或蚀刻。任选地，沉积操作可以在显影之前实施，从而产生空心结构。按照本发明，预定曝光量可以使表面层 4 实现所需的后处理。

如上所述，槽 6 是由表面层 4 制成，其中槽重复地接受光刻射束 2 的曝光，每次曝光量小于制成理想槽所需的预定曝光量。在图 1 所示的实施例中，在光刻射束 2 与转动中心保持恒定距离的同时，基片 3 绕轴 5 转动几次，可以完成这种重复的曝光。因此，可以减小与机械悬挂和转动机构（未画出）相关的任何松动或跳动造成的影响。

作为一个例子，在光刻射束 2 保持固定位置的同时，可以选取完成 10 次曝光而不是 1 次曝光，即，转动基片 10 次。若预定曝光量是 Q ，则可以在曝光量为 $Q/10$ 的条件下对区域曝光 10 次。因此，每次曝光的偏差仅是总偏差的 10%，而曝光的“平均区域”基本上得到相当于预定曝光量的完全曝光。按照另一个例子，选取曝光量为 $Q/100$ 的 100 次曝光，其中每次曝光的偏差是总偏差的 1%。应当理解，可以选取其他的曝光次数，且曝光序列内的光刻射束强度可以变化。

为了在可转动基片 3 上的外槽获得与内槽相同曝光量，现在描述一些控制策略。

按照第一个控制策略，槽接受的曝光次数可以是槽半径的函数。

按照第二个控制策略，可以控制光刻射束的强度使它成为槽半径的函数。

按照第三个控制策略，控制光刻射束与表面层之间的相对角速度使它成为槽与轴 5 之间径向距离的函数。

可以把这三个策略进行组合以实现各种应用中最佳的控制。

图 2 是按照本发明可以得到的基片顶视平面详细示意图。图 2 具体地表示曝光材料槽 6，它是在三种情况下利用相对于基片 3 运动的光刻射束 2 制成，从而制成曝光材料的三种槽 10，11 和 12。显而易见，每种槽 10，11 或 12 与预期的槽 13 有偏差。例如，这个偏差可以是转动轴承跳动或周围静电，磁场或电场对光刻射束干涉的结果。然

而，从图 2 中可以看出，每次曝光偏差的贡献小于仅仅一次曝光情况下偏差的贡献，所以，得到的槽 6 是三种槽 10，11 和 12 之和的形式，这个和值较好地近似预期的槽 13。

图 3 是按照本发明第一方案基片的顶部平面示意图。在这个方案中，按照上述的一种方法，在基片的表面层 4 中制成多个连续槽 6，它们是以基片 3 转动轴为中心的同心圆形槽。

图 4 是按照本发明第二方案基片的顶部平面示意图。在这个方案中，按照上述的一种方法，在基片的表面层 4 中制成多个非连续槽 6，它们是以基片 3 转动轴为中心的同心圆形槽。槽 6 是由多个部分曝光材料构成，这些部分沿切向是完全或部分地分隔开。通过间隙地曝光，即，使脉冲形式的光刻射束入射到表面层上，可以制成这些非连续槽。这种方法是借助于脉动实际的光刻射束或由恒定的光刻射束传输通过辐射阀实现的。

图 5 是按照本发明第三方案基片的顶部平面示意图。在这个方案中，按照上述的一种方法，在基片的表面层 4 中制成螺旋形连续槽 6。在光刻射束相对于基片 3 沿径向移动的同时，基片的表面层 4 接受光刻射束的重复曝光，如图 1 所示，可以制成这种螺旋形槽。或者，如图 4 所示，通过偏转可以制成这种槽。应当理解，可以在基片的表面层上制成多个螺旋形槽。

图 6 是按照本发明第四方案基片的顶部平面示意图。在这个方案中，按照上述的一种方法，在基片的表面层 4 上制成螺旋形的非连续槽 6。这些槽是由多个部分曝光材料构成，这些多个部分沿切向是完全或部分地分隔开。

图 7 是可以实现本发明的光刻装置剖面示意图。

该装置包括：理想类型的辐射源 1，诸如离子源或电子源的粒子辐射源，和用于产生光刻射束的合适部件。或者，可以使用诸如 X 射线源或光源的电磁辐射源，即使这种类型源的辐射通常不如粒子辐射聚焦得那样好。光源的意思是，表面层上再现的点光源或聚焦到表面层上的激光。

此外，光刻装置包括：转动装置 5，用于转动支持具有表面层 4 的基片 3，表面层 4 接受光刻射束的曝光。转动装置 5 安排成能使基片 3 的转动有最小松弛或跳动，并有可控的转速。按照一个实施例，转动装置有可转动体，在它的上面放置基片以及在处理期间可以任选地固定。转动装置 5 可以配置合适的抗摩擦轴承和用于驱动转动装置 5 转动的驱动机构。

此外，光刻装置包括：定位装置 7，用于定位相对于基片 3 的辐射源 1。可以按照各种方法配置定位装置 7。例如，如图 7 所示，它可以包括：沿基片半径可位移的底座 7，它可以沿基片的半径方向移动，固定安排的辐射源 1 和相对于辐射源移动的基片 3。或者，辐射源可以移动或转动，而支承基片的转动装置 5 可以是固定的。或者，光刻射束可以受磁场或电场（未画出）的影响而发生偏转。上述不同类型定位装置的组合也是可行的。

此外，光刻装置包括：控制装置 14，它可以是合适的控制单元。例如，可以利用连接到合适控制回路（未画出）的微计算机（未画出），用于控制辐射源 1，转动装置 5 和定位装置 7 中的一个或多个装置。

控制装置可以配置利用上述方法控制光刻装置的指令。

本发明的方法还可以借助于控制光刻装置的计算机程序产品实现。这种计算机程序产品可以包含指令，用于按照上述的一种方法控制光刻装置。

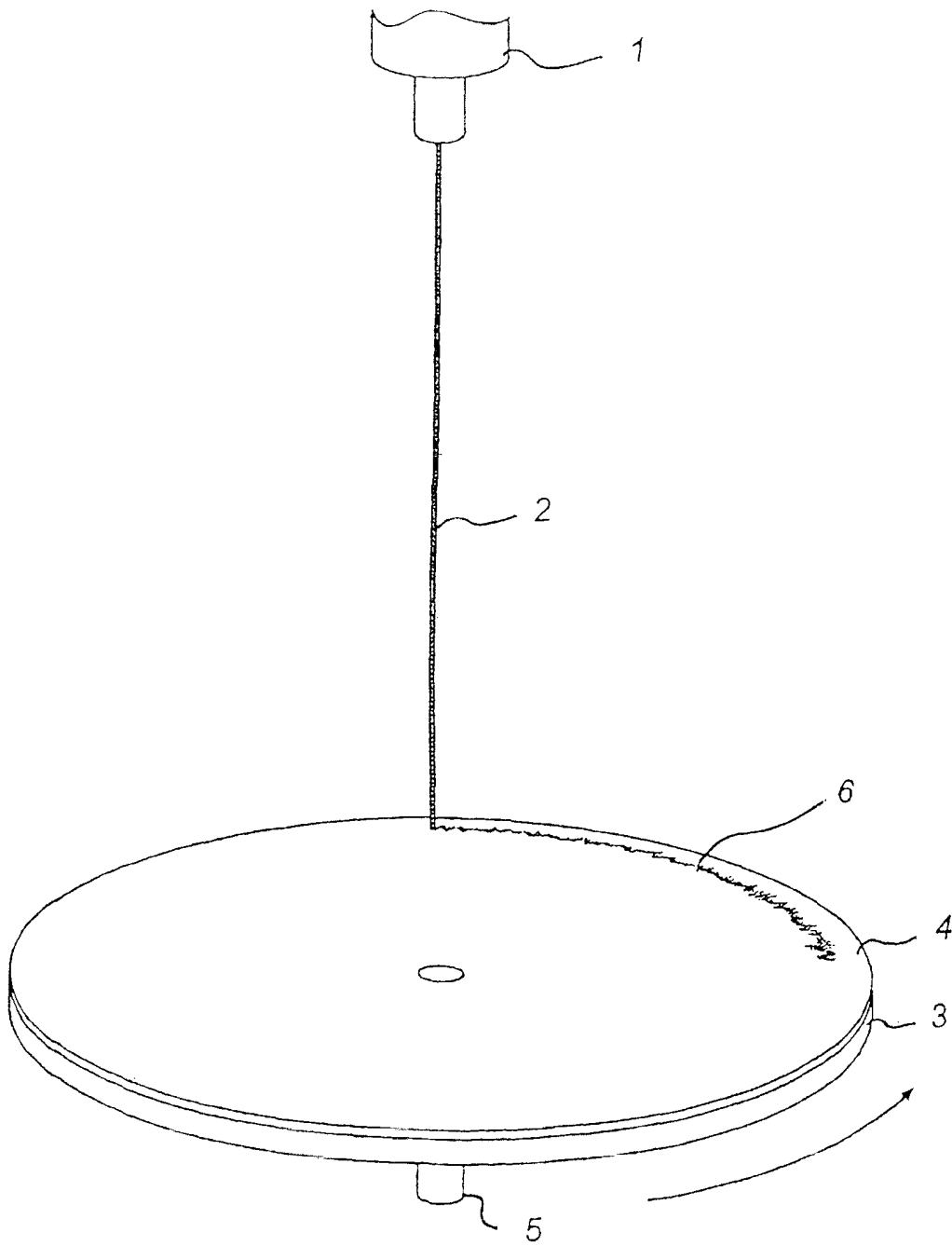


图1

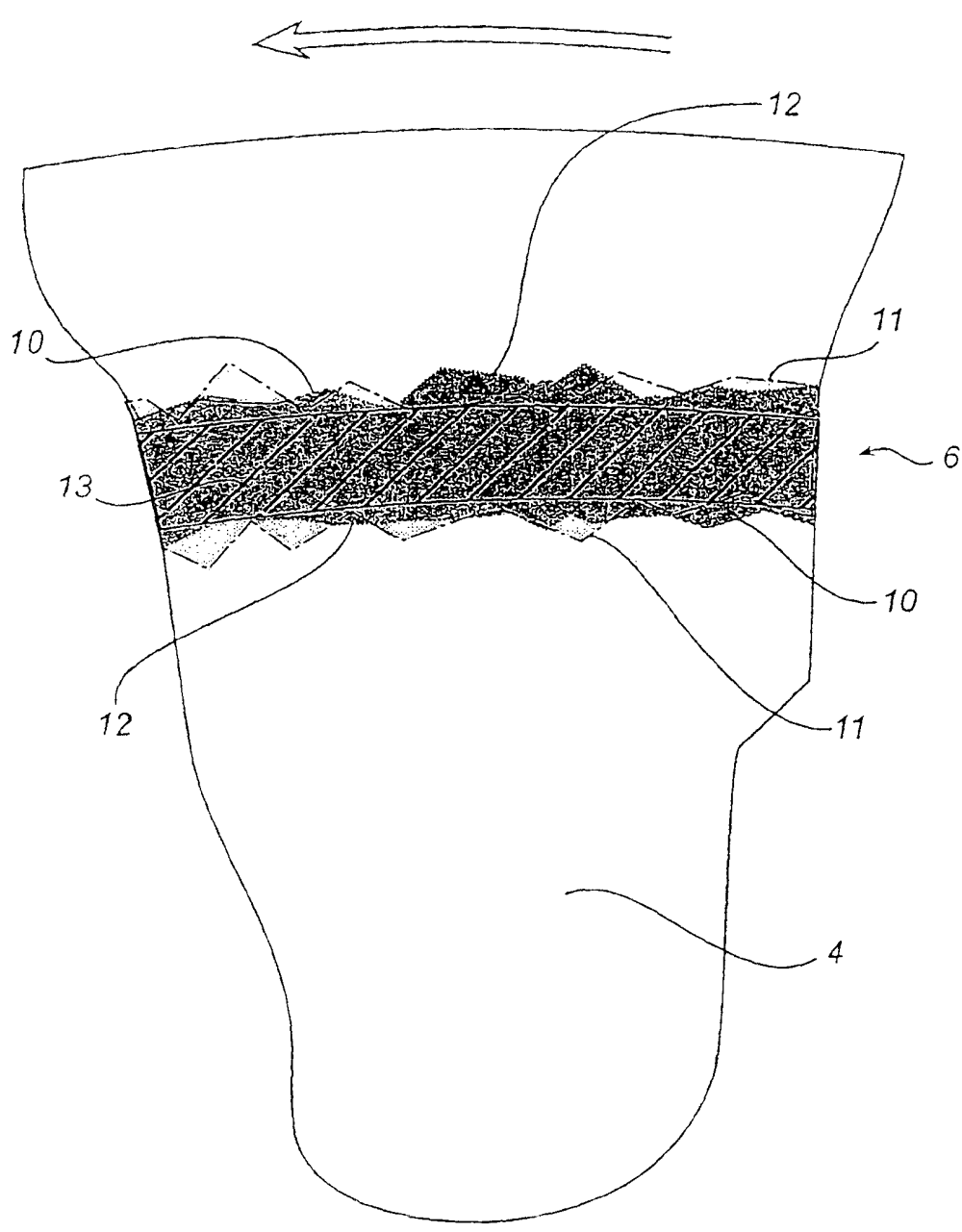
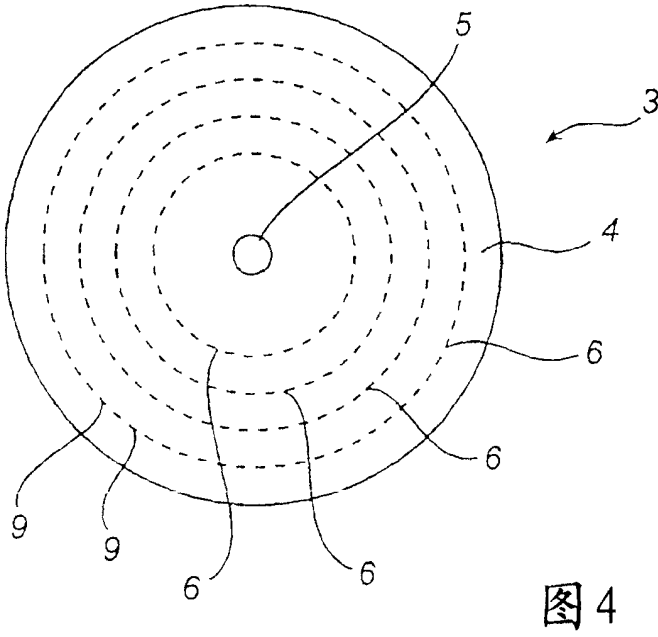
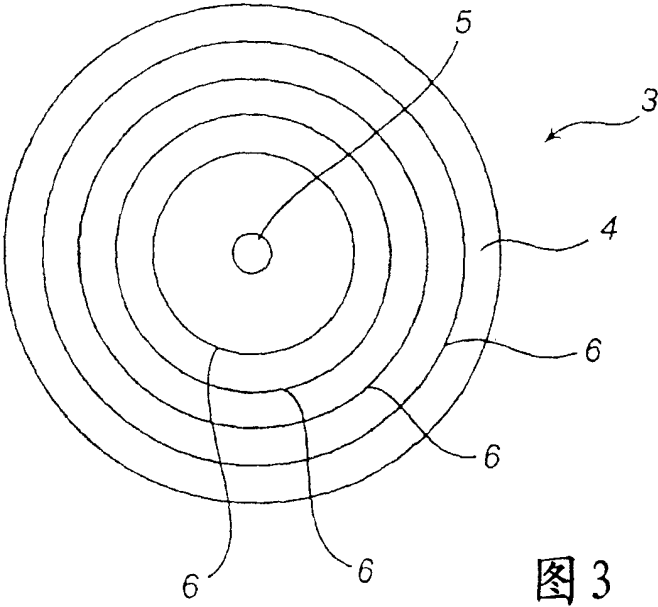


图 2



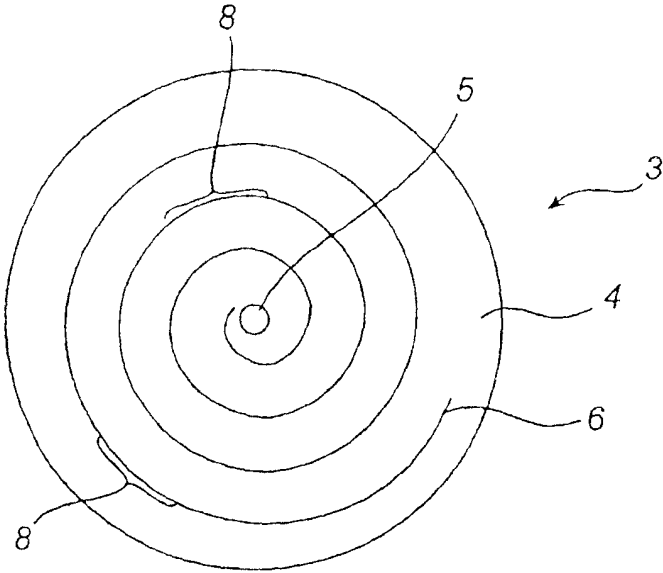


图5

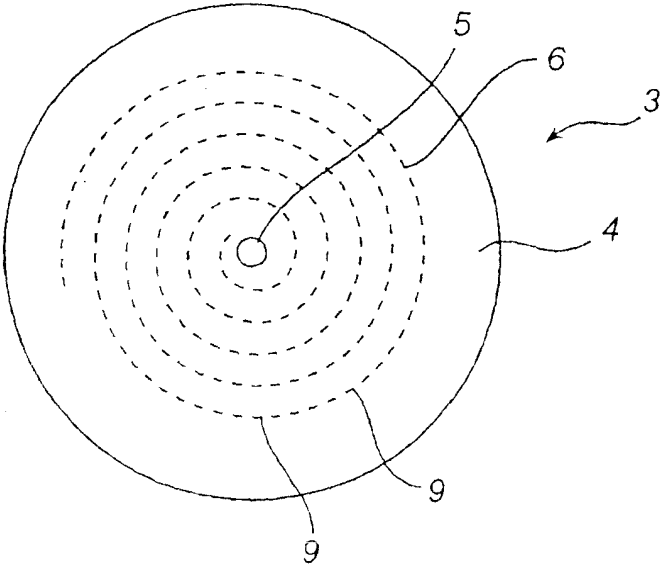


图6

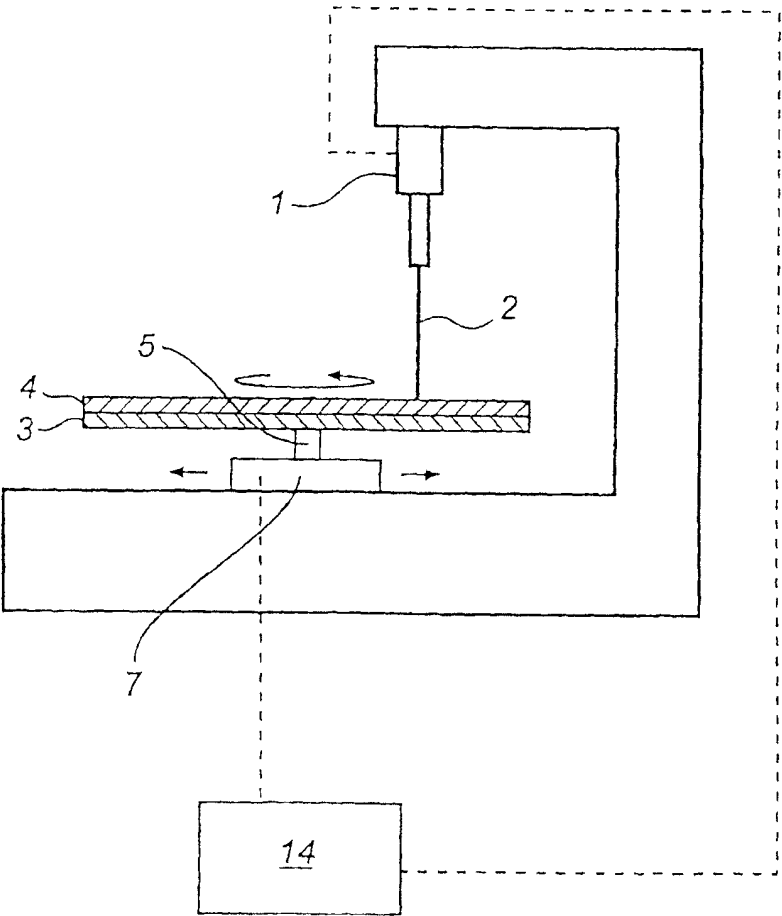


图 7